

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-241751

(43)Date of publication of application : 08.09.2000

(51)Int.Cl.

G02B 27/02

(21)Application number : 11-044488

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 23.02.1999

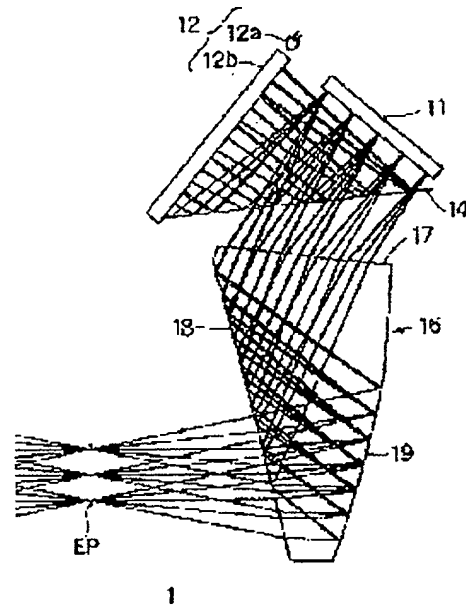
(72)Inventor : KASAI ICHIRO
OSADA HIDEKI

(54) VIDEO DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a device which is capable of providing good-quality videos in spite of small-sized and lightweight constitution suitable for a use form by arranging a translucent reflection element for separating illumination light and reflected light between a liquid crystal display and a reflection surface having power.

SOLUTION: This video display device 1 has a liquid crystal display 11 of a reflection type for displaying videos, a light source section 12 for supplying the illumination light to be imparted to the liquid crystal display 11, the translucent reflection element (PBS mirror) 14 and observation optical systems (prism faces) 17 to 19. The PBS mirror 14 introduces the illumination light from the light source section 12 to the liquid crystal display 11 and introduces the reflected light of the liquid crystal display 11 to a direction different from a direction heading to the light source section 12. The prism faces 17 to 19 include at least one reflection surface having optical power and introduce the reflected light of the liquid crystal display 11 introduced by the PBS mirror 14 to the observer's eyes, thereby providing the observer with the virtual image of the video displayed on the liquid crystal display 11.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-241751
(P2000-241751A)

(43) 公開日 平成12年9月8日 (2000.9.8)

(51) Int.Cl.⁷
G 0 2 B 27/02

識別記号

F I
G 0 2 B 27/02

テームコード* (参考)
Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-44488

(22) 出願日 平成11年2月23日 (1999.2.23)

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル

(72) 発明者 笠井 一郎

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪
国際ビル ミノルタ株式会社内

(72) 発明者 長田 英喜

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪
国際ビル ミノルタ株式会社内

(74) 代理人 100085501

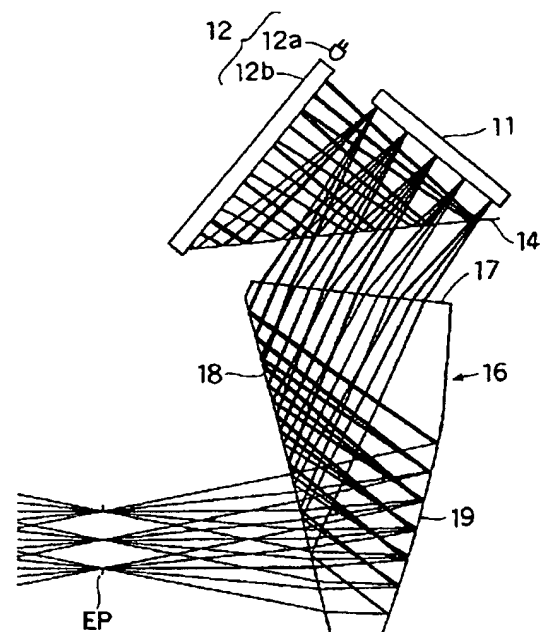
弁理士 佐野 静夫

(54) 【発明の名称】 映像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 観察者の眼前にて使用される映像表示装置を小型、軽量の構成に保ちながら、提供する映像の質の向上を図る。

【解決手段】 映像表示装置に、映像を表示する表示素子として反射型の液晶表示器を備え、凹面ミラーを含む観察光学系で、表示した映像を拡大して観察者の眼に導く。光源からの照明光を液晶表示器に導き、液晶表示器の反射光を観察光学系に導く半透過性の反射素子を液晶表示器と観察光学系の間に配置して、照明光と反射光とを分離する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 観察者の眼前に配置されて、表示した映像の虚像を観察者に提供する映像表示装置において、映像を表示する反射型の液晶表示器と、前記液晶表示器に与える照明光を供給する光源部と、前記光源部からの照明光を前記液晶表示器に導くとともに、前記液晶表示器の反射光を前記光源部に向かう方向とは異なる方向に導く半透過性の反射素子と、光学的パワーを有する反射面を少なくとも1つ含み、前記半透過性の反射素子によって導かれた前記液晶表示器の反射光を観察者の眼に導いて、前記液晶表示器に表示された映像の虚像を観察者に提供する観察光学系とを備えることを特徴とする映像表示装置。

【請求項2】 前記反射面は正のパワーを有する凹反射面であることを特徴とする請求項1に記載の映像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、観察者の眼前に配置されて使用される映像表示装置に関し、特に、反射型液晶表示器によって映像を表示する映像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】頭部に装着され、あるいは手で保持されて、観察者の眼前にて使用される映像表示装置があり、仮想の現実を臨場感豊かに提供する手段として、あるいはビデオカメラ等の撮影機器に組み込まれてファインダーとして多用されている。このような映像表示装置は、表示した映像の光を観察光学系を介して観察者の眼に導き、映像を拡大された虚像として観察者に提供するように構成されている。

【0003】観察者に提供する映像は、明るく、精細度が高く、特に仮想現実を提供する場合は、視野も広いことが望ましい。その一方で、頭部への装着または手での保持という使用形態から、装置は小型かつ軽量であることが強く要求される。このような要求を満たし得る表示素子に液晶表示器があり、眼前にて使用される映像表示装置の大半が液晶表示器を採用している。

【0004】液晶表示器は2次元に配列された多数の画素を有しており、与えられる照明光を各画素で偏光変換して、変換後の光に偏光の強度分布の変化をもたらすことにより光の変調を行う。各画素の偏光変換は映像信号に応じて個別に制御され、画素ごとに偏光変換の程度は異なる。その結果、画素間で変換後の偏光の量に差が生じ、量に差の生じた偏光を眼に導くことにより、輝度に差のある像すなわち映像が提供される。

【0005】液晶表示器は、観察側の反対側から照明光を与える透過型と、観察側と同じ側から照明光を与える反射型に大別される。反射型液晶表示器は透過型液晶表示器に比べて様々な長所がある。液晶表示器の各画素を

制御するTFT等の回路部分にはある程度の大きさが必要であるが、透過型液晶表示器ではこれらの回路部分が各画素の開口を小さくする要因となるのに対し、反射型液晶表示器では、回路部分を観察側と反対側の面に配置することが可能であるため、回路部分による開口率の低下が少なくなって明るい画像が得られる。

【0006】透過型液晶表示器と反射型液晶表示器の開口率の差異は、画素を小さくするほど顕著になる。したがって、同じ画素数で明るさも同じにする場合には、反射型液晶表示器の方がより小型に形成することができる。一方、表示器の大きさを同じにする場合には、反射型液晶表示器の方がより多数の画素を備え得ることになり、より精細度の高い画像を提供することができる。

【0007】また、反射型液晶表示器では偏光変換を行う液晶層の厚さを透過型液晶表示器よりも薄くすることが原理的に可能である。このため、反射型液晶表示器の方が表示の切り替えをより速やかに行うことができる。

【0008】このような特長をもつ反射型液晶表示器を用いれば、眼前にて使用される映像表示装置に求められる明るく高精細な画像の達成に大きく寄与することになる。しかも、表示器の大きさが小さくなることにより観察光学系を小さくすることが可能になって、装置を小型化することも容易になる。

【0009】表示素子からの光を観察者の眼に導く観察光学系は、表示された映像の質を低下させることなく観察者に提供し得るものであることに加え、使用形態に適する小型軽量のものであることが望ましい。この観点から、光学的パワーをもった反射面を観察光学系に備えることが提案されている。

【0010】反射面は、屈折角が波長に依存する屈折面と違い、反射角に波長依存性がなく、色収差が発生しない。また、光を収束させる正のパワーを有しながら、ベッツバール値が負となるので全体のベッツバール和の改善に寄与し、周辺でも像面歪曲のほとんどない平面性に優れた映像を提供することができる。しかも、入射光と反射光の光路が一部重なるため、光路長を長くし易い。したがって、光学的パワーをもつ反射面を備えた観察光学系では、小型でありながら、映像の質の低下を避けつつ拡大倍率を大きくし、広視野化を達成することができる。

【0011】このような特長を有する反射面を観察光学系に備えた頭部設置型表示装置（HMD）が、特開平9-90270号、8-313829号、7-175009号に開示されている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】前述のように反射型液晶表示器には観察側から照明光を与える必要があり、照明光と反射光の光路が重なる。このため、光源からの未変調の照明光と、変調後の液晶表示器からの反射光を分離する必要が生じる。ところが、上記各公報のHMDで

は、照明光と変調後の光とを分離することができず、表示素子として反射型液晶表示器を用いることができなかった。このため、やや性能の劣る透過型液晶表示器を採用しており、反射面を備えた観察光学系を用いながらも、観察者に提供する映像の質の向上には限界があった。

【0013】一方、反射型液晶表示器を用いたHMDも提案されている。その構成を図5に示す。このHMDでは、反射型液晶表示器91とこれを照明する光源部92の間に、偏光面が垂直な2つの偏光成分の一方を透過させ他方を反射する偏光分離(PBS)ミラー93を配置し、PBSミラー93によって反射された液晶表示器91からの反射光の光路上に観察光学系として接眼レンズ94を配置している。液晶表示器91からの反射光はPBSミラー93によって光源部92からの照明光と分離され、接眼レンズ94によって観察者の瞳EPに導かれる。

【0014】このHMDでは、反射型液晶表示器91により質の高い映像を表示することができる。しかし、観察光学系を屈折面のみで構成しているため、拡大倍率を大きくしようとすると観察者に提供する映像の質が劣化し易くなって、広視野化が困難になる。また、観察光学系を成す接眼レンズ94は精細さに優れた反射型液晶表示器91の特長をできるだけ生かし得るように設計されるが、それにも限界があり、特に大きさに制約のある条件下では、反射型液晶表示器の特長を十分に生かし得る接眼レンズの設計は難しい。

【0015】本発明は、上記問題点を鑑みてなされたもので、使用形態に適した小型、軽量の構成でありながら、より良質の映像を提供し得る映像表示装置を実現することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では、観察者の眼前に配置されて、表示した映像の虚像を観察者に提供する映像表示装置に、映像を表示する反射型の液晶表示器と、液晶表示器に与える照明光を供給する光源部と、光源部からの照明光を液晶表示器に導くとともに、液晶表示器の反射光を光源部に向かう方向とは異なる方向に導く半透過性の反射素子と、光学的パワーを有する反射面を少なくとも1つ含み、半透過性の反射素子によって導かれた液晶表示器の反射光を観察者の眼に導いて、液晶表示器に表示された映像の虚像を観察者に提供する観察光学系とを備える。

【0017】この映像表示装置は、前述の多くの特徴を有する反射型液晶表示器によって映像を表示するものであり、質の高い映像を表示することができる。また、観察光学系には光学的パワーを有する反射面が含まれており、表示した映像の質を低下させることなく観察者に提供することができる。照明光と反射光は半透過性の反射素子によって分離されるから、照明光が観察者の眼に導

かれてゴーストが発生することもない。したがって、明るく、精細度が高く、しかも鮮明な映像を提供することが可能である。また、照明光と反射光を分離する半透過性の反射素子は液晶表示器とパワーを有する反射面の間に配置されているため、観察光学系の主点が観察者の眼から大きく離れることが防止されて、アイポイントの確保が容易である。

【0018】観察光学系に含まれる反射面は正のパワーを有する凹反射面とするとよい。この反射面は液晶表示器に表示された映像を拡大して眼に導くことになり、その拡大倍率を大きくしても像面歪曲は生じない。したがって、提供する映像の質の低下を伴うことなく、容易に映像の視野角を大きくすることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の映像表示装置の実施形態について図面を参照しながら説明する。図1に、第1の実施形態の映像表示装置1の光学系の構成を示す。この映像表示装置1は、反射型の液晶表示器11、光源部12、PBSミラー14、およびプリズム16を備えている。

【0020】光源部12は、直線状に配列された複数のランプ12aと導光板12bより成り、液晶表示器11を照明するための照明光を供給する。ランプ12aは偏光面が無秩序な光を発する。導光板12bは、柱状の微小な三角プリズムを平面状に多数配列して成り、ランプ12aからの線状の光を側面から受けて、各プリズムで反射することにより、液晶表示器11の表示面全体を照明し得る径の光束とする。

【0021】PBSミラー14は、導光板12bからの光を反射して液晶表示器11に導くとともに、液晶表示器11からの反射光に含まれる映像を表す光を透過させてプリズム16に導く。PBSミラー14は、P偏光として入射する偏光成分を透過させ、S偏光として入射する光を反射するように設定されている。導光板12bからの光のうち、PBSミラー14に対してS偏光となる偏光成分のみが反射されて液晶表示器11に導かれ、PBSミラー14に対してP偏光となる光は透過して捨てられる。

【0022】液晶表示器11は与えられた照明光を反射するとともに、表示した映像によって照明光を変調して、反射光の一部の偏光面を90°回転させる。映像表示装置1では、偏光面が90°回転した偏光成分が映像を表す光となるように液晶表示器11の駆動を制御する。したがって、液晶表示器11の反射光に含まれる映像を表す光は、PBSミラー14に対してP偏光となりPBSミラー14を透過する。液晶表示器11の反射光に含まれる偏光面が回転しなかった光は、PBSミラー14に対してS偏光のままであり、反射されて捨てられる。

【0023】プリズム16はポリメチルメタクリレート

(PMMA) 製である。プリズム16は、PBSミラー14を介して与えられる液晶表示器11からの反射光を観察者の瞳EPに導くもので、これに関与する面として面17、18、19を有している。面17は平面であり、PBSミラー14からの光を全て透過させるように設定されている。面18も平面であるが、面17を透過した光が臨界角を超えて入射するように設定されており、面17を透過した光は面18で全反射される。

【0024】面19は光軸に関して非回転対称なアナモルフィック非球面の凸面である。面19には全反射性の反射膜が形成されており、面19は面18側からの光に対して正のパワーを有する凹面ミラーとして作用する。面19は、面18で全反射された光を反射して、臨界角よりも小さい入射角で面18に再度入射させるように設定されている。したがって、面19に入射した光は、入射角とは異なる反射角で反射され、面18を透過して、収束しながら観察者の瞳EPに入射する。

【0025】観察者は、面19を介して液晶表示器11の表示面を視て、表示された映像の拡大された虚像を観察することになる。プリズム16の3つの面17、18および19は、照明光から分離された液晶表示器11の反射光を瞳EPに導き、表示された映像の虚像を観察者に提供する観察光学系を成す。このうち面18は、入射する方向に応じて光を透過させまたは反射する選択反射面となっている。

【0026】上記構成の映像表示装置1は、2組備えてHMDや手持ち式の双眼鏡型装置とすることができる。撮影した映像を電気信号に変換するビデオカメラ等の撮影機器に組み込んで、ファインダーとして用いることもできる。映像表示装置1では上述のように非共軸光学系の観察光学系を採用しており、これにより、観察者の視線の方向について小型の、すなわち薄型の装置となっている。

【0027】第2の実施形態の映像表示装置2の光学系の構成を図2に示す。この映像表示装置2は、反射型の液晶表示器21、光源部22、コンデンサレンズ23、およびプリズム26を備えている。光源部22は、液晶表示器21に供給する照明光を発するランプ22aと、ランプ22aが発した光を反射するリフレクタ22bより成る。コンデンサレンズ23は2つの凸面24、25を有しており、光源部22からの照明光を略平行光として液晶表示器21に導く。

【0028】プリズム26はPMMA製であり、光の進行に関与する3つの面27、28、29を有している。面27はアナモルフィック非球面の凹面であり、P偏光を透過させS偏光を反射するPBSミラーとされている。光源部22からの偏光面が無秩序な光のうち、PB

Sミラー27に対してP偏光となる偏光成分は透過して捨てられ、PBSミラー27に対してS偏光となる偏光成分は反射されてコンデンサレンズ23に導かれる。光源部22からの光は発散光束となっているが、凹面であるPBSミラー27によって平行光束に近づけられ、コンデンサレンズによって略平行光束とされて液晶表示器21に入射する。

【0029】映像表示装置2においても、液晶表示器21は、偏光面が90°回転した光が映像を表す光となるように制御される。液晶表示器21の反射光は、コンデンサレンズ23を透過して、PBSミラー27に再度入射する。このうち、映像を表す光はPBSミラー27に対してP偏光となっており、PBSミラー27を透過して面28に向かう。変調後も偏光面が回転しなかった光は、PBSミラー27に対してS偏光のままであり、反射されて捨てられる。

【0030】面28もアナモルフィック非球面の凹面である。面28は、PBSミラー27を透過した液晶表示器21の反射光が臨界角を超えて入射するように設定されており、PBSミラー27を透過した光は面28で全反射される。

【0031】面29はアナモルフィック非球面の凸面である。面29には全反射性の反射膜が形成されており、面29は面28側からの光に対して正のパワーを有する凹面ミラーとして作用する。面29は、面28で全反射された光を反射して臨界角よりも小さい入射角で面28に再度入射させるように設定されている。面29に入射した光は、入射角とは異なる反射角で反射され、面28を透過して、収束しながら観察者の瞳EPに入射する。

【0032】映像表示装置2では、プリズム26に設けられた面(PBSミラー)27が、照明光と液晶表示器21の反射光を分離する半透過性の反射素子となる。また、プリズム26の3つの面27、28および29が、分離後の反射光を瞳EPに導き、表示された映像の虚像を観察者に提供する観察光学系を構成する。面27は分離のための半透過性の反射素子と観察光学系の一部とを兼ねることになる。

【0033】映像表示装置2では、コンデンサレンズ23を備えて、光源部22を瞳EPと略共役な位置に配置している。このため、第1の実施形態の映像表示装置1に必要であった導光板12bは不要となり、また、光源部22としても点状光源であるランプ22aとリフレクタ22bを備えればよくなっている。

【0034】映像表示装置2の光学系の具体的な設定値を表1、表2に示す。

【0035】

【表1】

| 面(符号) | 材質 | 曲率半径 | |
|--------|------|-----------|---|
| 1(EP) | AIR | ∞ | |
| 2(28) | PMMA | 11056.404 | アナモルフィック非球面 $KY=0.00000$ $KX=0.00000$ $RDX=-341.841$ $AR=-0.48685 \times 10^{-5}$ $AP=-0.42123$ $BR=0.12906 \times 10^{-8}$ $BP=-0.53675$ $CR=-0.18820 \times 10^{-9}$ $CP=-0.47382$ $DR=0.00000$ $DP=0.00000$ |
| 3(29) | PMMA | -68.184 | アナモルフィック非球面 $KY=23.380$ $KX=22.127$ $RDX=-56.191$ $AR=0.17262 \times 10^{-4}$ $AP=-0.82697 \times 10^{-1}$ $BR=-0.26953 \times 10^{-6}$ $BP=-0.93029 \times 10^{-2}$ $CR=0.49031 \times 10^{-8}$ $CP=0.27642 \times 10^{-2}$ $DR=-0.27125 \times 10^{-10}$ $DP=0.19650 \times 10^{-1}$ |
| 4(28) | PMMA | 11056.404 | アナモルフィック非球面 $KY=0.00000$ $KX=0.00000$ $RDX=-341.841$ $AR=-0.48685 \times 10^{-5}$ $AP=-0.42123$ $BR=0.12906 \times 10^{-8}$ $BP=-0.53675$ $CR=-0.18820 \times 10^{-9}$ $CP=-0.47382$ $DR=0.00000$ $DP=0.00000$ |
| 5(27) | AIR | 99.987 | アナモルフィック非球面 $KY=0.00000$ $KX=0.00000$ $RDX=100.000$ $AR=-0.17224 \times 10^{-6}$ $AP=-0.51982 \times 10^{-1}$ $BR=0.32767 \times 10^{-6}$ $BP=0.25372 \times 10^{-1}$ $CR=0.10800 \times 10^{-8}$ $CP=-0.10101 \times 10^{-1}$ $DR=0.00000$ $DP=0.00000$ |
| 6(25) | PMMA | 40.000 | |
| 7(24) | AIR | -40.000 | |
| 8(21) | AIR | ∞ | |
| 9(24) | PMMA | -40.000 | |
| 10(25) | AIR | 40.000 | |
| 11(27) | AIR | 99.987 | アナモルフィック非球面 $KY=0.00000$ $KX=0.00000$ $RDX=100.000$ $AR=-0.17224 \times 10^{-6}$ $AP=-0.51982 \times 10^{-1}$ $BR=0.32767 \times 10^{-6}$ $BP=0.25372 \times 10^{-1}$ $CR=0.10800 \times 10^{-8}$ $CP=-0.10101 \times 10^{-1}$ $DR=0.00000$ $DP=0.00000$ |
| 12(23) | AIR | ∞ | |

【0036】

【表2】

| 面(符号) | XSC | YSC | ZSC | ASC | BSC | CSC |
|--------|-------|--------|--------|--------|------|------|
| 1(EP) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2(28) | 0.000 | 3.340 | 10.000 | 14.49 | 0.00 | 0.00 |
| 3(29) | 0.000 | 0.717 | 18.781 | -15.37 | 0.00 | 0.00 |
| 4(28) | 0.000 | 3.340 | 10.000 | 14.49 | 0.00 | 0.00 |
| 5(27) | 0.000 | 13.180 | 12.784 | 84.78 | 0.00 | 0.00 |
| 6(25) | 0.000 | 17.891 | 16.166 | 44.29 | 0.00 | 0.00 |
| 7(24) | 0.000 | 19.636 | 17.955 | 44.29 | 0.00 | 0.00 |
| 8(21) | 0.000 | 20.635 | 18.309 | 51.78 | 0.00 | 0.00 |
| 9(24) | 0.000 | 19.636 | 17.955 | 44.29 | 0.00 | 0.00 |
| 10(25) | 0.000 | 17.891 | 16.166 | 44.29 | 0.00 | 0.00 |
| 11(27) | 0.000 | 13.180 | 12.784 | 84.78 | 0.00 | 0.00 |
| 12(23) | 0.000 | 21.147 | 13.512 | 119.78 | 0.00 | 0.00 |

【0037】表1において、アナモルフィック非球面に
 関するパラメータは、各面とその光軸との交点を原点と
 し、光軸をZ軸としたときの、式1で定義されるZ軸方

向のサグZを規定するものである(単位mm)。RDX
 はX軸方向の曲率半径である。

【0038】

$$\begin{aligned}
 Z = & (CUX \cdot X^2 + CUY \cdot Y^2) \\
 & \div [1 + \{1 - (1 + KX) \cdot CUX^2 \cdot X^2 \\
 & \quad - (1 + KY) \cdot CUY^2 \cdot Y^2\}^{1/2}] \\
 & + AR \cdot \{(1 - AP) \cdot X^2 + (1 + AP) \cdot Y^2\}^2 \\
 & + BR \cdot \{(1 - BP) \cdot X^2 + (1 + BP) \cdot Y^2\}^3 \\
 & + CR \cdot \{(1 - CP) \cdot X^2 + (1 + CP) \cdot Y^2\}^4 \\
 & + DR \cdot \{(1 - DP) \cdot X^2 + (1 + DP) \cdot Y^2\}^5 \quad \dots \text{式1}
 \end{aligned}$$

ここで、CUX、CUYはX軸方向、Y軸方向の曲率半
 径の逆数である。

【0039】表2は各面の相対的な位置関係を示したものである。ここでは、瞳EPの中心を原点とし、瞳面（第1面）に対して垂直な軸をZ軸としている。XSC、YSC、ZSCは、各面とその光軸との交点のX、Y、Z座標（単位mm）を表し、ASC、BSC、CSCは、X軸、Y軸、Z軸についての瞳面からの各面の回転角（単位°）を表す。

【0040】第3の実施形態の映像表示装置3の光学系の構成を図3に示す。この映像表示装置3は、反射型の液晶表示器31、光源部32、コンデンサレンズ33、プリズム36およびプリズム41を備えている。光源部32は、液晶表示器31に供給する照明光を発するランプ32aと、ランプ32aが発した光を反射するリフレクタ32bと、光束径を規制する絞リ32cより成り、プリズム36に近接して配置されている。コンデンサレンズ33は2つの凸面34、35を有しており、光源部32からの照明光を略平行光として液晶表示器31に導く。

【0041】プリズム36はPMMA製の2つのプリズム36a、36bを接合して成る。プリズム36a、36bの接合面37は曲面であり、P偏光を透過させ、S偏光を反射するPBSミラーとされている。プリズム36は、面37のほか、光の進行に関与する3つの面38、39、40を有している。面38は平面であり、面40は凸面である。面39はアナモルフィック非球面の凸面であり、全反射性の反射膜が形成されている。したがって、面39は面38側からの光に対して正のパワーを有する凹面ミラーとして作用する。

【0042】プリズム41もPMMA製である。プリズム41は平面42と凸面43を有し、面42をプリズム36bの面38の一部に対向させて配置されている。面38と面42は平行である。面38と面42の間には数十 μm 以下の微小な間隙が形成されており、面38と面42によってTIR（total internal reflection）面が構成されている。

【0043】光源部32からの照明光はPBSミラー37に入射し、PBSミラー37に対してP偏光となる偏光成分は透過して捨てられ、PBSミラー37に対してS偏光となる偏光成分は反射されて、面40を介してコンデンサレンズ33に導かれる。光源部32からの光は

発散光束となっているが、凹面であるPBSミラー37および凸面である面40によって平行光束に近づけられ、コンデンサレンズ33によって略平行光束とされて液晶表示器31に入射する。

【0044】映像表示装置3においても、液晶表示器31は、偏光面が90°回転した光が映像を表す光となるように制御される。液晶表示器31の反射光は、コンデンサレンズ33および面40を透過して、PBSミラー37に再度入射する。このうち、映像を表す光はPBSミラー37に対してP偏光となっており、PBSミラー37を透過して面38に向かう。変調後も偏光面が回転しなかった光は、PBSミラー37に対してS偏光のままであり、反射されて捨てられる。

【0045】面38はPBSミラー37を透過した液晶表示器31の反射光が臨界角を超えて入射するように設定されており、PBSミラー37を透過した光は面38で全反射される。前述のように、面38の一部にはプリズム41が対向しているが、面38と面42の間には空気が介在するため、PBSミラー37からの光は面38のどの部位においても全反射される。

【0046】面39は、面38で全反射された光を反射して臨界角よりも小さい入射角で面38に再度入射させるように設定されている。面39に入射した光は、入射角とは異なる反射角で反射され、収束しながら面38を透過し、さらに面42を透過する。この光は、凸レンズとして作用する面43を透過して、さらに収束しながら観察者の瞳EPに入射する。

【0047】映像表示装置3では、プリズム36に設けられた面（PBSミラー）37が、照明光と液晶表示器31の反射光を分離する半透過性の反射素子となる。また、プリズム36の2つの面38、39およびプリズム41の面43が、分離後の反射光を瞳EPに導き、表示された映像の虚像を観察者に提供する観察光学系を構成する。なお、光源部32は瞳EPと略共役な位置にある。

【0048】映像表示装置3の光学系の具体的な設定値を表3、表4に示す。

【0049】

【表3】

| 面(符号) | 媒質 | 曲率半径 | |
|--------|------|----------|---|
| 1(EP) | AIR | ∞ | |
| 2(43) | PNNA | 17.532 | 回転対称非球面 |
| | | | $K=0.00000$ |
| | | | $A=0.74918 \times 10^{-4}$ $B=-0.10495 \times 10^{-6}$ |
| | | | $C=0.38265 \times 10^{-7}$ $D=-0.56350 \times 10^{-9}$ |
| | | | $E=0.29564 \times 10^{-11}$ $F=0.00000$ |
| | | | $G=0.00000$ $H=0.00000$ |
| 3(39) | PNNA | -141.623 | アナモルフィック非球面 |
| | | | $KY=-0.99510$ $KX=50.749$ $RDX=-126.067$ |
| | | | $AR=0.23736 \times 10^{-4}$ $AP=-0.15419$ |
| | | | $BR=-0.16049 \times 10^{-6}$ $BP=-0.88362 \times 10^{-1}$ |
| | | | $CR=0.64822 \times 10^{-8}$ $CP=0.61547 \times 10^{-1}$ |
| | | | $DR=-0.55879 \times 10^{-10}$ $DP=0.98922 \times 10^{-1}$ |
| 4(38) | PNNA | ∞ | |
| 5(40) | AIR | -40.000 | |
| 6(35) | PNNA | 30.000 | |
| 7(34) | AIR | -30.000 | |
| 8(31) | AIR | ∞ | |
| 9(34) | PNNA | -30.000 | |
| 10(35) | AIR | 30.000 | |
| 11(40) | PNNA | -40.000 | |
| 12(37) | PNNA | 70.000 | |
| 13(33) | AIR | ∞ | |

【0050】

【表4】

| 面(符号) | XSC | YSC | ZSC | ASC | BSC | CSC |
|--------|-------|--------|--------|--------|------|------|
| 1(EP) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2(43) | 0.000 | 0.000 | 10.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3(39) | 0.000 | -0.039 | 19.000 | -13.17 | 0.00 | 0.00 |
| 4(38) | 0.000 | 1.237 | 13.547 | 25.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5(40) | 0.000 | 17.558 | 16.171 | 74.41 | 0.00 | 0.00 |
| 6(35) | 0.000 | 17.894 | 16.293 | 74.41 | 0.00 | 0.00 |
| 7(34) | 0.000 | 20.402 | 16.965 | 74.41 | 0.00 | 0.00 |
| 8(31) | 0.000 | 20.722 | 16.931 | 71.38 | 0.00 | 0.00 |
| 9(34) | 0.000 | 20.402 | 16.965 | 74.41 | 0.00 | 0.00 |
| 10(35) | 0.000 | 17.994 | 16.293 | 74.41 | 0.00 | 0.00 |
| 11(40) | 0.000 | 17.558 | 16.171 | 74.41 | 0.00 | 0.00 |
| 12(37) | 0.000 | 12.260 | 14.693 | 34.41 | 0.00 | 0.00 |
| 13(33) | 0.000 | 17.348 | 22.118 | -0.59 | 0.00 | 0.00 |

【0051】表3中のアナモルフィック非球面に関するパラメータは、前述の式1を規定するものである。表4中の各パラメータも前述のとおりである。表3において、回転対称非球面に関するパラメータは、各面とその

$$Z = c \cdot h^2 / [1 + \{1 - (1 + K) \cdot c^2 \cdot h^2\}^{1/2}] + A \cdot h^4 + B \cdot h^6 + C \cdot h^8 + D \cdot h^{10} \quad \dots \text{式2}$$

ここで、 $h = (X^2 + Y^2)^{1/2}$ であり、 c は曲率半径の逆数である。

【0053】映像表示装置3では、面42を備えて、これと面38とでTIR面を構成するようにしたことにより、面38を透過した光を全て直進させることが可能になっている。したがって、面38によって全反射された光を臨界角未満で面38に再入射させるために、面38に対して傾けて配置する必要がある凹面ミラー39の傾きを、小さくすることができる。その結果、凹面ミラー39の偏心量が少なくなって、偏心収差の発生が抑制される。

【0054】しかも、凹面ミラー39に加えて凸レンズ面43を備えたことにより、液晶表示器31からの反射光を収束させるパワーが両者に分散されている。このため、凹面ミラー面39の曲率を小さくすることが可能と

光軸との交点を原点とし、光軸をZ軸としたときの、式2で定義されるZ軸方向のサグZを規定するものである(単位mm)。

【0052】

なり、偏心収差の発生が一層抑えられる。

【0055】また、正のパワーを有する面43が瞳EPの近くに位置するため、アイポイントの確保も容易になっている。

【0056】第4の実施形態の映像表示装置4の光学系の構成を図4に示す。この映像表示装置4は、反射型の液晶表示器51、光源部52、コンデンサレンズ53、PBSミラー54、およびパンケーキ型光学素子56を備えている。PBSミラー54は、P偏光を透過させS偏光を反射するように設定されており、液晶表示器51は、偏光面が90°回転した光が映像を表す光となるように制御される。

【0057】光源部52からの照明光のうちPBSミラー54に対してS偏光となる成分は、反射されてコンデンサレンズ53に導かれる。コンデンサレンズ53は、

この光を略平行光束として液晶表示器51に入射させる。液晶表示器51によって変調され反射された光は、コンデンサレンズ53を透過して、PBSミラー54に入射する。このうち映像を表す偏光成分のみがPBSミラー54を透過し、光学素子56に入射する。

【0058】光学素子56のPBSミラー54側の面57は凸面であり、ハーフミラーとされている。光学素子56の他方の面58は凹面であり、コレステリック液晶層が設けられて、選択反射面とされている。光学素子56に入射する光の半分は面57を透過し、やや収束しながら面58に入射する。この光は面58で反射されて面57に再度入射し、半分が反射される。面57によって反射された光は、さらに収束しながら面58を透過して、観察者の瞳EPに入射する。

【0059】映像表示装置4では、観察光学系は2つの面57、58で構成され、このうち面57が正のパワーを有する凹面ミラーとなっている。このようにきわめて簡素な構成でありながら、映像表示装置4は明るく、精細度が高く、視野の広い鮮明な映像を観察者に提供することができる。

【0060】

【発明の効果】本発明の映像表示装置では、反射型の液晶表示器によって、明るくかつ精細度の高い映像を表示し、光学的パワーを有する反射面を含んだ観察光学系によって、表示した映像の質を維持したまま液晶表示器からの反射光を観察者の眼に導くことができる。また、半透過性の反射素子によって照明光と反射光が分離され、反射光への照明光の混入によるゴーストの発生も防止される。したがって、観察者に優れた質の映像を提供することができる。

【0061】観察光学系に含まれる反射面を正のパワーを有する凹反射面とする構成では、その反射面による拡大倍率を大きくしても像面の歪曲は生じないから、質に優れかつ視野の広い映像を提供することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施形態の映像表示装置の光学系の構成を示す図。

【図2】 第2の実施形態の映像表示装置の光学系の構成を示す図。

【図3】 第3の実施形態の映像表示装置の光学系の構成を示す図。

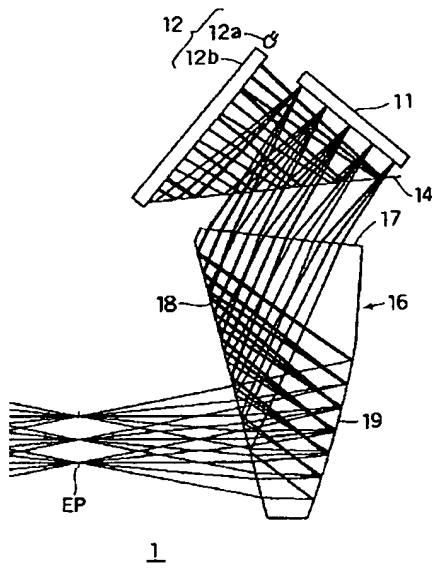
【図4】 第4の実施形態の映像表示装置の光学系の構成を示す図。

【図5】 従来の映像表示装置の光学系の構成を示す図。

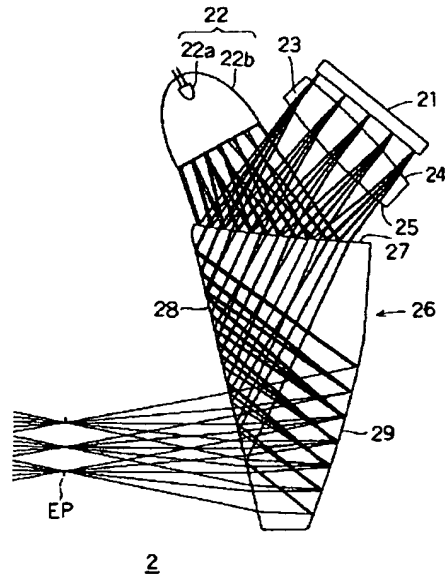
【符号の説明】

- 1 映像表示装置
- 11 反射型液晶表示器
- 12 光源部
- 14 PBSミラー（半透過性反射素子）
- 16 プリズム
- 17 プリズム面（観察光学系）
- 18 プリズム面（観察光学系）
- 19 プリズム面（凹面ミラー、観察光学系）
- 2 映像表示装置
- 21 反射型液晶表示器
- 22 光源部
- 23 コンデンサレンズ
- 24 コンデンサレンズ面
- 25 コンデンサレンズ面
- 26 プリズム
- 27 プリズム面（PBSミラー、半透過性反射素子、観察光学系）
- 28 プリズム面（観察光学系）
- 29 プリズム面（凹面ミラー、観察光学系）
- 3 映像表示装置
- 31 反射型液晶表示器
- 32 光源部
- 33 コンデンサレンズ
- 34 コンデンサレンズ面
- 35 コンデンサレンズ面
- 36 プリズム
- 37 プリズム接合面（PBSミラー、半透過性反射素子）
- 38 プリズム面（観察光学系）
- 39 プリズム面（凹面ミラー、観察光学系）
- 40 プリズム面
- 41 プリズム
- 42 プリズム面
- 43 プリズム面（観察光学系）
- 4 映像表示装置
- 51 反射型液晶表示器
- 52 光源部
- 53 コンデンサレンズ
- 54 PBSミラー（半透過性反射素子）
- 56 パンケーキ型光学素子
- 57 光学素子面（凹面ミラー、観察光学系）
- 58 光学素子面（観察光学系）
- EP 瞳

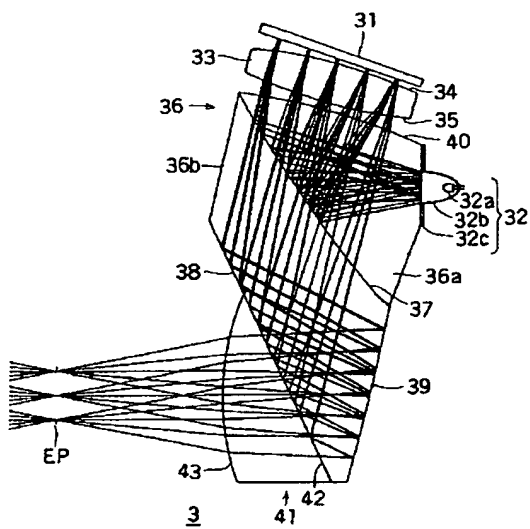
【図1】



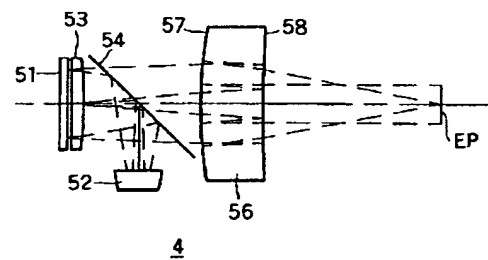
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

